

10/463693

IAP20 Received 20 JAN 2006

Verfahren zur Mahlung von wässrig suspendierten Papier- oder Zellstofffasern

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Seit langem ist bekannt, dass Zellstofffasern gemahlen werden müssen, damit das später daraus hergestellte Papier die gewünschten Eigenschaften, insbesondere Festigkeiten, Formation und Oberfläche, aufweist. Die weitaus am häufigsten verwendeten Mahlverfahren benutzen solche Mahlf lächen, die mit als Messer bezeichneten Leisten versehen sind. Die entsprechenden Maschinen werden zumeist Messerrefiner genannt. Für Spezialfälle werden auch Mahlverfahren verwendet, bei denen mindestens eine der Mahlf lächen messerlos ist, so dass die Mahlarbeit durch Reib- oder Scherkräfte übertragen wird.

Die Wirkung des Verfahrens lässt sich durch Ändern der Mahlparameter in einem weiten Bereich steuern, wobei neben der Höhe der Ausmahlung insbesondere auch unterschieden wird, ob eine stärker schneidende oder stärker fibrillierende Mahlung gewünscht wird. Werden Zellstofffasern durch die bekannten Mahlverfahren bearbeitet, so steigt ihr Entwässerungswiderstand mit zunehmender Ausmahlung. Ein übliches Maß für den Entwässerungswiderstand ist der Mahlgrad nach Schopper-Riegler.

Die Erhöhung des Mahlgrades wirkt sich bei der Blattbildung auf der Papiermaschine ungünstig aus, wird aber hingenommen, da die bereits genannten Qualitätsmerkmale des Zellstoffes eine überragende Rolle für dessen Einsetzbarkeit spielen. In vielen Fällen werden die Mahlparameter so gewählt, dass der zur Erreichung der geforderten Faserqualität eingetretene Mahlgradanstieg möglichst gering ist. Diese Einflussmöglichkeit ist aber sehr begrenzt. Außerdem kann dadurch die Mahlung kraftwirtschaftlich ungünstiger werden.

Die DE 894 499 zeigt eine Mahlvorrichtung, die einen umlaufenden Mahlzylinder aufweist, an dessen Innenwand mehrere Mahlwalzen angedrückt werden, um Faserstoff zu mahlen. Die Mahlwalzen sind mit speziellen Umfangsnuten versehen, um eine bestimmte gewünschte Mahlwirkung erzielen zu

können. Die Mahlvorrichtung ist nicht für eine kontinuierliche Fahrweise ausgestattet.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, ein kontinuierlich arbeitendes Verfahren zu schaffen, mit dem es möglich ist, Zellstoff- oder Papierfasern so zu mahlen, dass die Festigkeitswerte des daraus hergestellten Papiers erhöht werden. Die dabei auftretende Zunahme des Entwässerungswiderstandes soll zumindest geringer sein als bei bekannten Mahlverfahren. Die benötigte Vorrichtung soll geeignet sein, in industriellem Maßstab bei der Produktion von Papier eingesetzt zu werden.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 genannten Merkmale gelöst.

Die meisten bekannten Mahltrommeln sind zu diesem Zweck nicht geeignet, da ihre Wirkung auf dem Brechen von groben Teilen beruht. So beschreibt z.B. die US 2,719,463 einen Mahlzylinder, der zwar in der Papier erzeugenden Industrie eingesetzt werden soll, jedoch für die Aufarbeitung von dabei anfallendem relativ groben Rejektmaterial. Eine solche Vorrichtung zielt auf die Zerkleinerung von Störstoffen und soll die im Rejekt enthaltenen Fasern unverändert lassen.

Das neue Mahlverfahren arbeitet in der Weise, dass die Fasereigenschaften optimiert werden, wobei die gewünschten Festigkeiten entwickelt werden, ohne dass der Mahlgrad wie im üblichen Verfahren zunimmt.

Vergleichsversuche mit Langfaserzellstoff haben gezeigt, dass zur Erzielung einer Reißlänge von 8 km bei einer Messermahlung 45° SR Mahlgrad entstand und mit dem neuen Verfahren nur 18° SR. Die benötigte spezifische Mahlarbeit lag bis zu 50 % niedriger.

Es ist anzunehmen, dass durch das neue Mahlverfahren die Struktur der Faserwand und Oberfläche der Fasern so verändert wird, dass sie eine verbesserte Flexibilität und Bindungsfähigkeit erhält, ohne dass Fibrillen aus der äußeren Oberfläche der Fasern herausgelöst werden müssen. Auch die Erzeugung von Feinstoff, also Faserbruchstücken, ist sehr gering.

Wird das Verfahren auf rezyklierte Fasern angewendet, können die unter 1. und 2. genannten Vorteile eine besondere Rolle spielen. Rezyklierte Fasern haben bereits mindestens einen, oft sogar

mehrere Mahlvorgänge hinter sich, so dass jede weitere Zerkleinerung gerne vermieden wird.

Die Erfindung und ihre Vorteile werden erläutert an Hand von Zeichnungen. Dabei zeigen:

- Fig. 1 ein Beispiel zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit Hilfe eines Mahlzylinders;
- Fig. 2 ein Detail mit einer Mahlwalze gemäß Fig. 1;
- Fig. 3 eine für das Verfahren geeignete Mahlvorrichtung in Seitenansicht, Mahlwalzen entfernt;
- Fig. 4 ein Einbauteil zum Axialtransport des Faserstoffes;
- Fig. 5 ein weiteres Ausführungsbeispiel mit geänderter Strömungsführung;
- Fig. 6 Detail einer Mahlwalze gemäß Fig. 5;
- Fig. 7 ein weiteres Ausführungsbeispiel mit kürzeren Mahlwalzen;
- Fig. 8 ein Beispiel mit einer konischen Mahltrommel.

Die in Fig. 1 gezeigte Mahlvorrichtung weist einen liegenden Mahlzylinder 1 auf, in dem sich mehrere gleichmäßig über den Umfang angeordnete Mahlwalzen 2 befinden. Gezeichnet sind in dieser Darstellung fünf Mahlwalzen 2. Ihre gesamte Anzahl beträgt 8. Die Mahlwalzen sind jeweils mit einer größeren Anzahl von Mahlleisten 3 versehen, die man auch als Messer bezeichnen kann. Die Mahlleisten 3 und die stoffberührten Oberflächen des Mahlzylinders 1 können aus dem bei solchen Anwendungen üblichen Material (z.B. gehärtetem gegossenem Chromstahl) oder aus porösem Material, z.B. gesintertem Chromstahl bestehen. Bei Durchführung des Verfahrens bildet sich zwischen Mahlwalze 2 und Mahlzylinder 1 jeweils eine Mahlzone, und zwar an der Stelle, an der sich die Innenwand des Mahlzylinders 1 und die Mahlleisten 3 am nächsten sind. Um die nötige Mahlkraft zu erzeugen, werden die Mahlwalzen 2 radial gegen die Innenwand des Mahlzylinders 1 angedrückt. Exemplarisch ist dazu eine Feder 6 eingezeichnet. Selbstverständlich können auch andere Druck erzeugende Systeme, z.B. ein pneumatischer oder hydraulischer Druckzylinder verwendet werden. Die Mahlwalzen 2 sind rotierbar mit raumfesten Drehachsen gelagert. Sie können z.B. über zwei axial in den Mahlzylinder hineinreichende Ständer 7 fixiert werden. Der Mahlzylinder 1 wird durch eine Antriebswalze 4 in Rotation versetzt. Es gibt aber auch andere Antriebsmöglichkeiten. Die Mahlwalzen 2 benötigen keinen eigenen Antrieb, da sie an der Innenwand des Mahlzylinders 1 in Rotation versetzt werden. Das bedeutet eine wesentliche Vereinfachung der Mahlvorrichtung.

Die wässrig suspendierten Papierfasern werden mit Hilfe von einer oder mehreren Rohrleitungen 9

in die Nähe der Innenwand gebracht. Eine solche Rohrleitung 9 ist hier schematisch an einer Stelle eingezeichnet, an der zur besseren Übersichtlichkeit die Mahlwalzen nicht dargestellt sind. Die wässrigen suspendierten Papierfasern legen sich in Folge der Rotation des Mahlzylinders 1 als Faserstoffschicht 8 an dessen Innenwand an. Da sowohl die Rohrleitung 9 als auch der Ständer 7 raumfest angeordnet sind, ist es leicht möglich, die Rohrleitungen 9 zentral vom Ständer 7 aus mit Suspension S zu versorgen. Die aus der Rohrleitung 9 austretende Faserstoffsuspension S wird in Umfangsrichtung beschleunigt und verteilt sich auf die Innenwand des Mahlzylinders 1. Sie gelangt dann in eine Mahlzone, gebildet zwischen einer mit Mahlleisten 3 versehenen Mahlwalze 2 und der Innenwand des Mahlzylinders 1. Es ist normalerweise anzustreben, dass die Faserstoffsuspension mehrmals durch Mahlzonen geführt wird. In Folge der Zentrifugalkräfte innerhalb des Mahlzylinders 1 wird eine relativ gleichmäßige Dicke der Faserstoffschicht 8 erreicht. Wie Fig. 2 zeigt, kann die ausgemahlene Faserstoffsuspension S' durch eine Auslauföffnung 10 am Umfang des Mahlzylinders 1 austreten. Sie wird dabei durch ein Dichtelement 11 in einen feststehenden Ringkanal 12 abgeführt werden. Dichtelement 11 oder Ringkanal 12 können so ausgeführt sein, dass eine Verbindung zum Ringkanal 12 nur in einem eingeschränkten Teil des Umfangs besteht. Um im Mahlzylinder 1 eine definierte Dicke der Faserstoffschicht 8 zu sichern, kann im Ringkanal 12 ein Gegendruck aufgebaut werden. Im oberen Teil des Mahlzylinders 1 ist exemplarisch ein Querbalken 14 eingezeichnet, auf dem eine Anzahl von Leitschaufeln 15 angebracht ist. Diese tauchen in die Faserstoffschicht 8 ein und führen zu einem definierten Axialtransport. Auf den Axialtransport wird später noch näher eingegangen.

Die Mahlleisten 3 werden im allgemeinen Fall achsparallel angeordnet sein. Es ist aber auch möglich, dass sie in einem spitzen Winkel α zur Mittellinie der Mahlwalze 2 stehen, um dadurch z.B. den Axialtransport der Faserstoffsuspension zu begünstigen. Diese beiden Möglichkeiten sind an einer einzigen Mahlwalze 2 in Fig. 2 angedeutet.

In Fig. 3 ist eine zur Durchführung des Verfahrens geeignete Mahlvorrichtung in Seitenansicht gezeigt. Sie besteht aus einem waagrecht liegenden Mahlzylinder 1. Man erkennt auch einige Träger 5. Die Mahlwalzen hingegen sind nicht gezeichnet. Um einen möglichst gleichmäßigen Stofftransport zu erhalten, wird der Faserstoff axial von einer Stirnseite 13 des Mahlzylinders 1 zur Gegenseite geführt. Die Zufuhr durch die Rohrleitung 9 ist hier rechts eingezeichnet und links die Abfuhr durch einen Ringkanal 12. In der Nähe der Innenwand des Mahlzylinders 1 befinden sich ein oder mehrere raumfeste Querbalken 14 mit Leitschaufeln 15. Wie Fig. 4 zeigt, sind die Leitschaufeln

15 gegenüber der Umfangsrichtung 16 schräg gestellt, was zu einem Axialversatz 17 der Faserstoffsuspension S führt. Man kann auch einen oder mehrere Schaberbalken 14' verwenden, die die Faserstoffschicht 8 von der Innenwand des Mahlzylinders 1 abheben, auflockern und über auf der Gegenseite angebrachte Leitschaufeln 15' axial verschieben.

Auch die in Fig. 5 gezeigte Mahlvorrichtung weist einen liegenden Mahlzylinder 1 auf, in dem sich mehrere gleichmäßig über den Umfang angeordneten Mahlwalzen 2' befinden. Zu sehen sind in dieser Darstellung drei von insgesamt zehn Mahlwalzen 2', deren Länge etwas weniger als halb so groß ist wie die axiale Länge des Mahlzylinders 1 (s. Fig. 7). Die Mittel zum Antrieb des Mahlzylinders 1 und die zur Mahlkrafterzeugung sind ähnlich oder gleich, wie bereits bei Fig. 1 beschrieben. Die Mahlwalzen 2' rotieren um raumfeste Drehachsen. Sie können z.B. in einem Träger 5, der an einem axial durch den Mahlzylinder hindurch reichenden Joch 19 befestigt ist, fliegend gelagert sein.

Die wässrig suspendierten Papierfasern werden, wie schon im Zusammenhang mit Fig. 1 beschrieben, in die Mahlvorrichtung zugeführt, darin verteilt und behandelt. Um einen kontinuierlichen gleichmäßigen Suspensionsstrom zu erzeugen, ist es vorteilhaft, Überlauföffnungen 20 in einer, oder vorzugsweise in beiden, Stirnflächen 23 des Mahlzylinders 1 anzubringen. Die Überlauföffnungen 20 können gleichmäßig über dem Umfang verteilt sein. Wie bei einem Wehr bestimmt ihr radialer Abstand von der Innenwand des Mahlzylinders 1 im Wesentlichen die Höhe, mit der sich die Flüssigkeitsschicht 8 ausbilden kann. Wie Fig. 6 zeigt, kann die ausgemahlene Faserstoffsuspension S' durch ein Dichtelement 21 in einen feststehenden Ringkanal 22 abgeführt werden. Das Dichtelement 21 kann so ausgeführt sein, dass eine Verbindung zum Ringkanal 22 nur in einem eingeschränkten Teil des Umfangs besteht, z.B. unmittelbar vor der Stelle, an der die Rohrleitung 9 mündet. Um das relativ große Dichtelement 21 zu verbilligen, kann selbstverständlich auch eine hier nicht gezeigte mitrotierende Leitung den gemahlten Faserstoff an eine leichter abzudichtende Stelle führen.

Die Mahlleisten 3 werden im allgemeinen Fall achsparallel angeordnet sein. Es ist aber auch möglich, dass sie in einem spitzen Winkel α zur Mittellinie der Mahlwalze 2' stehen, um dadurch z.B. den Axialtransport der Faserstoffsuspension zu begünstigen. Diese beiden Möglichkeiten sind an einer einzigen Mahlwalze 2' in Fig. 6 angedeutet.

In Fig. 7 ist die Mahlvorrichtung der Fig. 5 in Seitenansicht gezeigt. Sie besteht aus einem waagrecht liegenden Mahlzylinder 1. Man erkennt hier, dass in einem Träger 5 jeweils zwei Mahlwalzen 2' fliegend gelagert sind. Dadurch wird eine einfach Konstruktion mit wenig den Suspensionsfluss störenden Teilen realisiert. Außerdem kann die Axialerstreckung der Mahlwalzen 2' relativ kurz gehalten werden, was zu einer gleichmäßigen Mahlung der Fasern beiträgt. Die Zugabe der Faserstoffsuspension S erfolgt hier durch zwei axial beabstandete Rohrleitungen 9.

Anders als bisher gezeigt lässt sich der Axialtransport in der Mahltrommel in speziellen Ausführungsformen auch dadurch verbessern, dass eine konische Mahltrommel 18, wie in Fig. 8 schematisch gezeigt, verwendet wird. Ihre Innenwand hat gegenüber der Achsrichtung einen Schrägwinkel β , der vorzugsweise kleiner als 5° ist. In Folge der Zentrifugalkräfte beim Rotieren der Mahltrommel entsteht dann eine entsprechend nutzbare axiale Kraftkomponente. Durch diese Maßnahmen können unter Umständen die feststehenden Transporteinrichtungen, wie Querbalken 14 oder Schaberbalken 14' der Fig. 1, 3 oder 4 entfallen.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Mahlung von wässrig suspendierten Papierfasern oder Zellstofffasern, bei dem die wässrig suspendierten Papierfasern durch mindestens eine Mahlzone geführt werden, die zwischen der Innenwand einer rotierenden Mahltrommel und mindestens einer an dieser mitrotierenden Mahlwalze (2, 2') liegt, bei dem Mahlwalze (2, 2') und Mahltrommel gegeneinander gedrückt werden und bei dem mechanische Mahlarbeit so auf die Fasern übertragen wird, dass sich die Festigkeit des daraus hergestellten Papiers ändert, **dadurch gekennzeichnet**, dass an der Innenwand der rotierenden Mahltrommel aus den wässrig suspendierten Papierfasern eine Faserstoffschicht (8) gebildet wird, dass die Faserstoffschicht (8) durch Rotation an die Innenwand angelegt wird und dass ein ständiger Flüssigkeitsstrom mit den wässrig suspendierten Papierfasern in die Faserstoffschicht (8) zu- und aus ihr wieder abgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mahlwalze (2, 2') mit Leisten (3) versehen ist, deren Axialer Streckung zur Axialrichtung der Mahlwalze (2, 2') in einem Winkel (α) zwischen 0 und 45° steht.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Mahltrommel verwendet wird, deren Innenwand keine zwischen die Mahlleisten (3) der Mahlwalze (2, 2') eingreifende Mahlleisten aufweist.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Relativgeschwindigkeit zwischen der Innenwand der Mahltrommel und den Mahlwalzen (2, 2'), in Umfangsrichtung der Mahltrommel gesehen, an der Stelle, an der sich zwei Mahlwalzen (2, 2') in der Mahlzone am nächsten sind, auf höchstens 10 % der Umfangsgeschwindigkeit der Innenwand des Mahlzylinders (1) eingestellt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass Mahlwalze (2, 2') und Mahltrommel mit einer solchen Kraft gegeneinander gedrückt werden, dass in der Mahlzone Linienkräfte zwischen 5 und 30 N/mm, vorzugsweise mindestens 15 N/mm, erzeugt werden.
6. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Mahltrommel mit einer Umfangsgeschwindigkeit an der Innenwand von 20 - 40 m/s, vorzugsweise ca. 30 m/s, gedreht wird.
7. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Mittellinie der Mahltrommel gegenüber der Horizontale auf einen Winkel von 0 - 5° eingestellt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Mahltrommel waagerecht angeordnet ist.
9. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Papierfasern in der Faserstoffschicht (8) kontinuierlich von einem Ende der Mahltrommel axial zum anderen Ende geführt werden.
10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die wässrig suspendierten Papierfasern in einer Faserstoffsuspension (S) durch mindestens eine innerhalb der Mahltrommel an einer Stirnseite (13) mündende Rohrleitung (9) zugeführt, gemahlen und dann durch mindestens eine Auslassöffnung (10) an der anderen Stirnseite der Mahltrommel wieder entfernt werden.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zu mahlende Papierfasersuspension (S) der Flüssigkeitsschicht (8) an mindestens zwei axial beabstandeten Stellen zugeführt wird, die innerhalb der Mahltrommel liegen.
12. Verfahren nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Zuführung durch Rohrleitungen (9) erfolgt, die nahe der Flüssigkeitsschicht (8) münden.
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Stellen gleichmäßig über die Axialerstreckung der Mahltrommel verteilt sind.
14. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die gemahlene Papierfasersuspension (S') durch eine oder mehrere Überlauföffnungen (20) aus der Mahltrommel ausgeleitet wird, die sich an den Stirnflächen (23) der Mahltrommel befinden.
15. Verfahren nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Überlauföffnungen (20) die Dicke der Flüssigkeitsschicht (8) definieren.
16. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass in der Mahlzone eine mittlere Konsistenz von 2 bis 6 % eingestellt wird.
17. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass als Mahltrommel ein Mahlzylinder (1) verwendet wird.

18. Verfahren nach Anspruch 17,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Axialtransport der Faserstoffschicht (8) durch mindestens eine sich innerhalb des Mahlzylinders (1) über die Länge des Mahlzylinders (1) erstreckende Transporteinrichtung erfolgt.
19. Verfahren nach Anspruch 18,
dadurch gekennzeichnet,
dass als Transporteinrichtung ein raumfest angebrachter Querbalken (14) mit in die Faserstoffschicht (8) eintauchenden Leitschaufeln (15) verwendet wird.
20. Verfahren nach Anspruch 18,
dadurch gekennzeichnet,
dass als Transporteinrichtung ein raumfest angebrachter Schaberbalken (14') mit in die Faserstoffschicht (8) eintauchenden Leitschaufeln (15') verwendet wird.
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Innenwand der Mahltrommel konisch ausgebildet ist.
22. Verfahren nach Anspruch 21,
dadurch gekennzeichnet,
dass die konische Mahltrommel (18) einen Schrägwinkel (β) zwischen 1° bis 5° aufweist.